
構造物 發破의 現狀과 實施例

株式會社 KAKO 新 藤 孝 志 課長

1. 序 言

近年의 日本에 있어서 構造物의 解體에 關하여 매우 關心이 높아져 오고 있으나 이것은 經濟나 生活環境의 變化에 의한 것이 크고 今後에도 解體工事は 增大할 것이라고 생각된다.

그러나 歐美의 그것과는 달라서 日本의 建築物은 強固한 耐震設計가 되어 있어 매우 破壞하기 힘든 構造로 되어 있다.

또한 密集된 都市部에 있어서는 周邊環境에 주는 影響程度를 極力 低減시키는 方法이 從來부터 研究開發되어 特히 油壓機械에 의한 壓碎工法이 顯著하게 發展되어 왔다.

이러한 狀況中에서 火藥類를 使用한 解體工法은 또한 實施例가 적고 周邊住民 等이 危險感覺을 갖는일도 많으므로 許可를 얻음에는 많은 準備와 時間을 要한다.

實際問題로서 發破 및 倒壞時에 發生하는 騒音, 振動, 飛散物, 粉塵 等에 대한 完全한 防止方法은 아직 充分하게는 確立되어 있지 않다.

또한 本來 經濟的으로도 工期的으로도 長點을 갖는 發破工法은 現在 日本에서 많이 解體되고 있는것 같은 6層以下의 規模의 建物에서는 強健한 耐震構造이기 때문에 많은 發破個所가 必要하게 되어 火藥量이 增大되는 것과 周邊으로의 過乘하게 생각되는 安全對策을 行할 必要가 있는 일도 있어서 그다지 顯著한 有利性은 나타나지 않는 것이 實狀이다.

그러나 今後 解體될 建築物 中에서도 特히 大

型의 建物이고 그 地下部分이거나 큰 敷地를 갖는 工場內의 構造物이거나 特殊構造物에서는 역시 發破公法이 安全性과 經濟性의 面에서도 有效하다고 생각된다.

그래서 今後의 參考事例로서 日本에 있어서의 解體의 現狀과 著者가 行한 實施例를 紹介한다.

2. 建築物의 解體 理由

日本에 있어서의 建築物의 解體는 주로 建物의 機能의 低下, 構造耐力의 低下 및 社會的 要因의 3가지의 理由에 의해 行하여지고 있다.

① 機能의 低下란 空調設備의 舊式化나 容量不足 또는 Computer를 비롯하는 大型 事務機器의 導入에 의해 更新이 부득이 하게 될 境遇나 土地의 高騰에 의해 建築面積을 增大하는 等의 經濟性을 追及할 경우, 다시 建築物의 機能 向上이나 design을 變更할 경우 等이 생각된다.

② 構造耐力의 低下에서는 1981년에 耐震設計가 高쳐지게 되어 新基準으로 施工되었으나 이것에 의해 그 以前의 建物中에서 地震에 대한 耐力이 不足한 것을 解體할 必要가 생겼다.

또한 地盤 沈下에 의한 龜裂의 發生이나 鐵筋의 腐蝕, Concrete의 龜裂發生 또는 地震이나 火災 等에 의한 補修, 補強이 困難한 경우 等이 생각된다.

③ 社會的 要因은 都市 再開發에 隨伴하는 區劃整理에 따른 解體나, 道路나 鐵道 等의 建設工事を 위한 支障이 되는 建物을 解體할 경우

등이 생각된다.

3. 日本에 있어서 構造物 發破의 適用性

① 上部 一般構造物의 解體發破

建物の上部, 鐵道나 道路의 高架橋 等に 있어서 一般的으로 RC(鐵筋 Concrete)造에서는 大型의 油壓 breaker나 壓碎機에 의하여 解體할 경우가 많다. 단, 이들 機械的工法을 補助할 意味에서 少量의 火藥類나 靜的 破砕劑가 使用되는 일도 있다.

또한 市街地에 있어서 低騒音, 低振動을 必要로 할 경우나 構造物을 部分的으로 殘存시킬 必要가 있는 경우에는 Diamond wire saw나 Water jet가 使用된다.

從來 發破公法에 의해 解體할 경우의 許可基準이 法規上 明確히 되어 있지 않았기 때문에 周邊에 保安物件이 存在할 경우에는 거의가 許可되지 않았으나 1991년에 通産省의 委託에 의해 (社)全國火藥類 保安協會가 發破解體工事 保安技術指針을 策定했으므로 今後에는 條件이 適合하면 上部一般構造物의 發破工事도 實施할 수 있게 될 것이다.

② 地下構造物의 解體發破

構造物의 基礎部나 地中 beam等의 RC造는 역시 一般的으로는 油壓 breaker에 의하여 解體할 경우가 많다. 그러나 解體와 掘鑿이 병행하여 行하여 지는 경우가 많으므로 崩壞防止를 위한 Strut나 中間支柱가 있어서 大型의 重機를 投入할 수 없기 때문에 補助的인 發破工法이 有效하다고 생각된다.

但, 都市部에 있어서 廣範圍하게 徒避距離를 確保할 수 없으므로 飛散할 憂慮가 없는 方法을 行할 必要가 있고, 또한, 不特定多數의 通行人이나 近接한 建物이나 地下鐵 等에 대하여 發破騒音이나 振動을 許容值內로 制御하는 技術이 必要하다.

③ 特殊構造物의 解體發破

一般構造物 以外の 것으로 Dam이나 擁壁, Tunnel, 煙筒, Plant, 등이 있고 現在 SRC(鐵骨 鐵筋 Concrete)造는 極히 드물게 밖에 解體되고 있지 않으므로 RC와 S(鐵骨)造로 大別할 수 있다.

RC造에서는 大型의 油壓 breaker나 壓碎機에 의하여 解體할 경우가 많으나 構造上의 特異性 즉, 長大 Span이든지 解體 途中의 安定性이 念慮될 경우에는 遠隔操作을 할 수 있는 發破工法이 有效하다.

S造에서는 gas熔斷한 各部材를 大型의 揚重機로 吊降하는 方法이 從來부터 一般的이었으나 昨今の 熟練된 作業員의 人員不足이나 高所 作業에 隨伴하는 災害의 發生 等の 安全上의 理由로 發破에 의한 轉倒 또는 倒壞工法이 採用될 경우도 있다. 또한 이 경우 發破後는 全部 地上에서 後處理를 할 수 있으므로 經濟的으로도 有利하다.

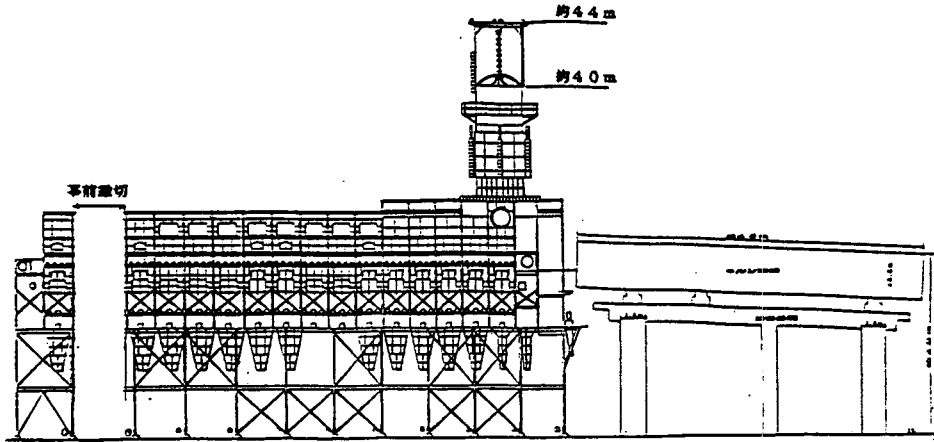
以上 構造別로 發破工法의 適用性에 대하여 簡單히 記述하였으나 日本의 構造物은 特히 強固하게 만들어져 있기 때문에 發破하는 것에 의해 落下 또는 轉倒시켜 박살나게 崩壞시키는 것이 困難하다. 따라서 後處理에는 機械力 等에 의한 2次的인 破砕가 必要한 것 또한 周邊 環境의 保全이라는 觀點에서 發破에 의해 發生하는 影響 정도를 許容值 內로 制御하는 것이 緊要하다.

4. 發破解體의 實施例

4-1. Pellet工場 附帶設備 解體工事

① 工事 概要

이 工事は 新日本製鐵(株) 廣畑製鐵所 舊 Pellet工場 解體工事に 隨伴하여 工期의 短縮과 解體費用의 低減 및 高所作業에 있어서의 災害防止를 目的으로 發破에 의한 倒壞工法이 採用되어 Pellet工場中 Travelling grate(總重量 約 2,500ton)와 Rotary Kiln(總重量 約 5,300ton)의 2個의 設備에 대하여 實施된 것이다.



【Travelling grate 및 Rotary Kiln 設備概略圖】

그림-1

② 發破方法

Travelling grate設備는 기둥(H形鋼)의 前脚을 地上附近에서 爆破切斷하여 轉倒시키는 方法을 使用하였다. 前脚 附近에 V cord(成形爆藥)을 使用하여 Flange, Web 및 Brance의 Gusset plate를 爆破 切斷하였다.

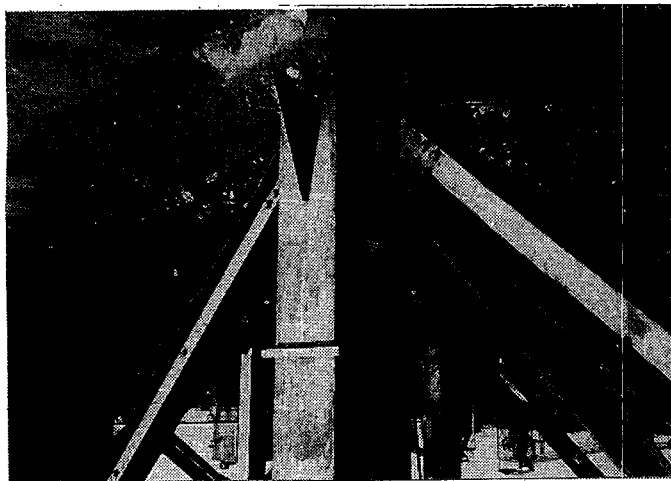
後脚은 Base plate의 Anchor bolt를 發破直前에 gas熔斷하였다. 發破時의 周邊으로의 對策으로서 騒音低減을 위하여 모래주머니와 gum belt를 使用하여 V cord의 둘레를 덮고 倒壞時의 振動에 對해서는 mound 흙쌓기를 行하여 低減을 圖謀하였다.

Rotary Kiln設備는 架戴 基礎 鐵筋 concrete

의 기둥을 發破에 의하여 傾斜시키고 한쪽편에 約 20 度를 傾斜시키는 것에 의해 Kiln 本體를 地上에 落下시켰다.

이 Kiln本體는 이것을 支持하는 roller와 30度의 角度로 安定되어 있고 架臺 基礎의 發破 後의 安定도 確保할 必要가 있고 正確한 作業이 要求되었다. 또한 架臺 기둥의 斷面이 크고 鐵筋量도 많았으므로 發破設計는 過去의 經驗과 技術을 充分히 活用하여 決定하였다.

飛散物의 防止는 防爆 Sheet와 金網를 使用하여 直接 養生을 行하고 豫想된 許容範圍內로 抑制되어 mound 흙쌓기에 의해 落下時의 振動도 低減 되었다.



【成形爆藥 裝置 狀況】

寫眞-1

③ 使用火藥類 數量

Travelling grate 倒壞發破

火藥類名稱	種 類	數 量
成形爆藥(V cord)	V-20, 25	73個
電氣雷管	地震 採鑛用	73個
리벨用空砲		400個

但, V cord 73個 = 爆藥換算約 27kg

Rotary Klin(耐力壁部) 事前發破

火藥類名稱	種 類	數 量
爆藥	3號桐 dynamite	13.2kg
電氣雷管	瞬發, DS	66個
리벨用空砲		10個

Rotary Klin(기둥部) 轉倒發破

火藥類名稱	種 類	數 量
爆藥(3號桐 D/M)	3號桐 dynamite	75.6kg
電氣雷管	瞬發, DS, MS	518個
Rivet用空砲		90個

4-2. RC造 集合住宅 發破 倒壞實驗 工事

① 工事 概要

(社)全國火藥類 保安協會가 通産省의 委託을 받아 都市構築物 解體用 發破對策委員會를 組織하여 都市部에서의 發破에 대한 保安技術의 策定을 行할 目的으로 RC造 集合住宅을 一舉에 爆破할 filed實驗을 行하였다.

이 建物은 長崎縣 西彼牛郡 高島町에 所在하는 舊 炭住 아파트로서 높이 17m, 길이 38m, 9m의 壁붙임 Rahmen式 鐵筋 concrete造(6層, 35號)였다.

② 發破方法

이 建物은 壁이 많고 또한 段階室의 剛性이 높았으므로 主로 1層부터 3層의 壁을 事前에 Cut하여 倒壞時의 抵抗을 排除하였다.

建物 全體를 傾斜 水平方向으로 비트는 것 같이 段發計劃을 行하고 發破個所는 主로 기둥部와 補助的으로 隣쪽 方向의 beam部를 破碎하도록 leg drill을 使用하여 1182의 發破孔을 鑿孔하였다. 또한 起爆은 全部 約 1200個의 DS段發雷管을 使用하여 全體 約 2秒의 秒時差를 設定하였다.

各層 및 各段當의 爆藥量을 아래에 表示한다. 더구나 爆藥은 3號桐 dynamite를 使用하고 第 2種 導爆線 및 制御用 特殊導爆線을 병용하였다.

EC段名 階數	DS #2	DS #3	DS #5	DS #6	DS #7	DS #8	DS #9	DS #10	計
	0秒	0.25	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.05秒	
RF	-	0.30	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.30	3,60
6F	0.60	0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.30	6,20
5F	0.70	1.65	1.70	2.10	1.55	2.25	1.25	0.65	11.85
4F	0.60	3.35	2.40	3.65	2.55	3.65	2.00	0.30	18.50
3F	1.35	3.75	5.25	6.15	5.25	6.55	4.50	2.50	35.30
2F	1.60	4.15	5.75	6.55	5.75	6.55	4.35	2.40	37.10
1F	1.85	5.90	5.65	7.95	7.95	7.85	4.15	2.25	41.25
合 計	6.70	19.8	22.35	28.00	22.35	28.45	17.45	8.70	153.80

(注) 1. 單位는 kg로 한다.

【各段當의 使用爆藥量】

表-1

③ 飛散防止 養生方法

發破에 의한 飛散物을 防止하기 위하여 防爆 sheet와 얇은 다다미를 사용하여 發破個所의 直接 養生을 行하고 다시 間接 養生으로서 金網을 사용하여 建物의 外周 全體를 덮었다.

4-3. Pretension RC조 Dome 發破 解體工事

① 工事概要

Tsukuba 國際科學技術 博覽會의 閉會後 남겨진 모든 Pavilion은 解體되게 되었다. 이들 中國聯 平和館으로서 使用되었던 이 建物は 直径 41m, 높이 23.7m의 半球 shell形의 Pre-stress · Pre-cast RC造이고 建築 當初부터 移設 再利用할 目的으로 設計 施工되었다.

이 때문에 緯線 및 經線 方向으로 最大 約 200ton의 張力이 걸린 PS 텐돈은 安本드 狀態의 그대로 었다.

通常의 解體工法에서는 이 張力이 開放되었을 時에 anchor金具 등이 飛散하여 危險하다고 判斷되었기 때문에 日本에서는 처음으로 一舉 爆破解體公法이 採用되게 되었다.

爆破의 設計 및 技術指導는 이 種類의 發破實績 約 4,000件을 갖고 있는 美國의 CDI社에 의해 行하여져 工期의 短縮과 費用의 削減이 圖謀되었다.

結果적으로는 不幸히도 部分的으로 不發이 發生하여 2次的 點火를 行하게 되었으나 初期의 目的을 達成하고 또한 우리 日本의 建築 및 發破技術者에게 多大한 經驗과 advice를 남기게 되었다.

② 發破方法

準備作業으로서 倒壞가 完全히 行해지도록 concrete panel의 壁을 油壓 breaker로 事前處理를 行하고 發破孔의 位置에 該當하는 기둥間의 틈에는 grout處理가 實施되었다.

作業은 모두 高所作業車로 行하여지고 爆藥의 裝填前에 飛散防止 養生이 裝置되었다. 防護材料는 金網과 波토탄이 使用되었다.

使用한 爆藥은 Emulsion系 含水爆藥이 約 300kg, 電氣雷管이 約 1,200個였다. 發破回路는

2系列의 直列回路를 同時點火할 수 있는 發破器를 使用하여 行했으나 前述한바와 같이 不發이 發生했기 때문에 남은 電氣雷管을 直병렬回路에 接續하여 고치고 다시 點火하여 完爆시켰다.

이 經驗은 著者 等에게 以後의 大量的 電氣雷管을 使用하는 爆破作業에 큰 教訓을 주었다.

5. 맺는말

日本에서의 構造物發破의 現狀과 實施例를 3例만 簡單히 紹介하였다. 아직 몇가지의 實施例가 있으나 다른 機會에 紹介하기로 한다.

文頭에서도 記述한 바와같이 構造物 特히 building 等の 建築物의 解體工事は 經濟나 生活環境의 變化에 의해 今後 增加할 것이라고 생각되나 火藥類를 使用한 解體工法이 얼마나 利用될 것인가에 대해서는 아직 解決하여야 할 일 이 있고 今後의 課題로서 많이 努力해 가지 않으면 안된다고 생각된다.

最近 行해진 例로서는 滋賀縣 大津市에 所在하는 未完成 building의 發破解體工事が 있었다.

이것은 英國의 發破解體專門會社에 의한 設計와 技術指導로 無事히 行해졌으나 倒壞後의 狀態를 보았을때 日本의 耐震構造 建築物이 強固하다는 것을 새삼스러이 痛感하였다.

또한 經濟優先의 技術에서 安全優先의 그것에 있어 變하는 時代에 있어서 火藥類의 使用이 어떤 모양으로 有利性을 發揮할 수 있는가를 摸索하고 있는 現狀中에서 우리들은 實際의 發破에 從事하고 있는 者의 經驗과 技術이 조금이라도 많이 社會에 貢獻할 수 있는 것을 願하고 있는 것을 期待하고 있다.

最後로 構造物發破의 留意事項은 如何히 發破에 의해 發生하는 影響程度 즉 振動, 騒音, 飛散物, 粉塵을 制御하는가 하는 것과 前後 工程의 手段에 따른 發破方法을 考慮하여 綜合的으로 Balance가 좋은 解體計劃을 생각한다는 것일 것이다.